



МИНИСТЕРСТВО СПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНСПОРТ



ПГУ
ФК
СИТ
Поволжский государственный
университет физической культуры,
спорта и туризма



СМУС КАЗАНИ
Совет молодых ученых
и специалистов

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТАЦИИ К РАЗНЫМ ПО ВЕЛИЧИНЕ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

**Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием, посвященной памяти доктора
биологических наук, профессора А.С. Чинкина**

Казань, 18 ноября 2022 года

УДК 612.0+796.011.3
ББК 28.70+75.10
Ф 504

Ф 504 Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора А.С. Чинкина. Казань, 18 ноября 2022 года.

Казань: ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2022. – 461 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам», посвященной памяти доктора биологических наук, профессора А.С. Чинкина, проходившей на базе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань. Сборник предназначен для специалистов в области физической культуры, спорта и туризма, преподавателей высших учебных заведений, научных работников, студентов, тренеров и спортсменов.

Материалы представлены в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

Зверев А.А., к.б.н., доцент, зав. кафедрой медико-биологических дисциплин Поволжского ГУФКСиТ.

Давлетова Н.Х., к.м.н., доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжского ГУФКСиТ.

Под общей редакцией:

Назаренко А.С. к.б.н., доцент, проректор по научной работе и международной деятельности Поволжского ГУФКСиТ.

УДК 612.0+796.011.3
ББК 28.70+75.10

© Кафедра МБД, 2022
© Поволжский ГУФКСиТ, 2022

ВЛИЯНИЕ ПОСТГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ РЕАДАПТАЦИИ, СОЧЕТАННОЙ С МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ СПИННОГО МОЗГА, НА ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ КРЫСЫ

*Федянин А.О., Зайцева Т.Н.,
Балтин М.Э., Еремеев А.А., Балтина Т.В.*
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Казань, Россия

Аннотация. В настоящем исследовании представлены результаты оценки влияния магнитной стимуляции на параметры моторного и рефлекторного ответа икроножной мышцы крысы на 1 сутки реадaptации после 7 суточного антиортостатического вывешивания. Нами было показано, что применение магнитной стимуляции спинного мозга на 1 сутки реадaptации после условий антиортостатического вывешивания, не может в полной мере активировать процессы нейрональной пластичности, способствовать реактивации существующих и, возможно, образованию новых внутриспинальных локомоторных схем, как это происходит на более поздних сутках реадaptации при применений магнитной стимуляции.

Введение. Изучение природы двигательных нарушений и разработка систем их профилактики составляют одно из важнейших и актуальнейших направлений физиологии и медицины. Освоение космического пространства и широкая распространенность патологических состояний, связанных с изменением двигательных качеств, делает необходимым получение новых знаний о механизмах реорганизации моторики, а также поиск новых эффективных методов реабилитации. Несмотря на то, что к настоящему времени накоплено значительное количество данных об адаптационно-компенсаторных процессах, инициируемых в нейро-моторных системах при изменении двигательной активности (в условиях невесомости, при травмах опорно-двигательного аппарата или ЦНС), конкретные пути и механизмы их реализации остаются не выясненными. Эти знания необходимы для разработки эффективных методов активации процессов восстановления моторной функции после нарушений, а также для увеличения интенсивности процессов реадaptации после возвращения нейро-моторных систем к нормальным условиям функционирования.

Цель исследования. Оценить воздействие магнитной стимуляции на параметры моторных и рефлекторных ответов икроножной мышцы крысы на 1 сутки реадaptации после 7 суточного антиортостатического вывешивания (АОВ).

Материалы и методы. Исследование проводили на нелинейных лабораторных половозрелых самцах крыс массой 180–220 г. Экспериментальный протокол был одобрен Локальным этическим комитетом Казанского федерального университета протокол №2 от 29.05.2015г. и протокол №30 от 28.06.2021г. Содержание, питание и уход за животными осуществлялись согласно международному стандарту [ГОСТ 33215–2014,

2019]. Выведение животных из эксперимента осуществлялись в соответствии с принципами Базельской декларации, требованиями Директивы Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 г. по защите животных, используемых для научных целей и инструкциях ARRIVE [Directive 2010/63/UE, 2010; Kilkenny et al., 2010].

Все экспериментальные процедуры проводили под комбинированной внутримышечной анестезией с использованием золетила («Zoletil 50» «Virbac», Франция), 0,5 мг/кг и ксилвета инъекционного (XylaVET, «Pharmamagist Ltd», Венгрия) 0,5 мл/кг.

Животных случайным образом разделили на следующие группы: «РЕАД1» (n=5) 1 сут реадaptации после 7 сут АОВ; «РЕАД МС1» (n=5) 1 сут реадaptации, комбинируемой с магнитной стимуляцией спинного мозга, после 7 сут АОВ. АОВ осуществляли по методике E. R. Morey-Holton в модификации E. A. Ильина и В. Е. Новикова [Morey-Holton, 1979, 2002; Ильин, Новиков, 1980]. Для стимуляции спинного мозга использовался магнитный стимулятор «Нейро-МВП-4». После воздействия экспериментальных условий оценивали порог, максимальную амплитуду, латентность и длительность М-и Н-ответа ИМ. Животные вывешивались на 7 суток, после чего проводили ЭМГ тестирование, далее ЭМГ тестирование проводили после антиортостатического вывешивания на 1 сутки постгипогравитационной реадaptации («РЕАД1», n=5) реадaptации. Аналогично поступали и на 1 сутки постгипогравитационной реадaptации сочетанной с магнитной стимуляцией спинного мозга («РЕАД МС1», n=5). Контрольной служила группа животных с 7 суточным антиортостатическим вывешиванием («АОВ», n=5). Результаты, полученные после АОВ, сравнивали с результатами тестирования интактных животных (n=5), результаты, полученные в период реадaptации сравнивали с результатами после АОВ. Для выявления эффектов стимуляции спинного мозга проводили сравнение данных групп «РЕАД1» и «РЕАД МС1».

Результаты и обсуждение. Через 7 суток воздействия экспериментальных условий порог моторного ответа (М-ответа) икроножной мышцы (ИМ) в группе АОВ составил – 0.43 ± 0.09 мА, в группе РЕАД1 – 0.55 ± 0.06 мА; в группе РЕАД1 МС – 0.44 ± 0.09 мА. Через 7 суток воздействия экспериментальных условий максимальная амплитуда моторного ответа ИМ составила в группе АОВ – 19.52 ± 2.65 мВ, в группе РЕАД1 – 19.30 ± 3.19 мВ, в группе РЕАД МС1 – 18.91 ± 4.25 мВ. Через 7 суток воздействия экспериментальных условий латентный период (ЛП) М-ответа икроножной мышцы крысы в группе РЕАД1 1.20 ± 0.04 мс не имел значимых отличий от 1.15 ± 0.07 мс в группе АОВ. ЛП М-ответа ИМ в группе РЕАД1 МС составил 1.10 ± 0.10 . Через 7 суток воздействия экспериментальных условий длительность М-ответа ИМ в группе РЕАД1 в среднем составила 4.03 ± 0.25 мс, в группе РЕАД МС1 – 4.91 ± 0.37 мс; в группе АОВ 1.11 ± 0.07 мс.

Через 7 суток воздействия экспериментальных условий порог рефлекторного ответа (Н-ответа) икроножной мышцы крысы в группе РЕАД1 в среднем составил 0.52 ± 0.05 мА. В группе РЕАД МС1 1.48 ± 0.52 мА было зарегистрировано достоверное увеличение порога Н-ответа ИМ относительно

группы АОВ 0.42 ± 0.06 мА ($p < 0.05$). Через 7 суток воздействия экспериментальных условий максимальная амплитуда рефлекторного ответа ИМ составила в группе РЕАД1 2.21 ± 0.28 мВ ($p < 0.05$), в группе АОВ 5.21 ± 0.73 мВ, в группе РЕАД МС1 – 3.72 ± 1.54 мВ. Через 7 суток воздействия экспериментальных условий ЛП максимального рефлекторного ответа ИМ составил 6.01 ± 0.23 мс в группе РЕАД1 ($p < 0.05$), 7.51 ± 0.62 мс в группе РЕАД МС1 ($p < 0.05$). Через 7 суток воздействия экспериментальных условий длительность Н-рефлекса ИМ составила 3.72 ± 0.17 мс в группе РЕАД1, 4.61 ± 0.75 мс в группе РЕАД МС1, что значимо отличается по сравнению с группой АОВ 2.71 ± 0.23 мс.

Таким образом, обнаружено, что в условиях применения стимуляции спинного мозга во время реадaptационного периода мы не наблюдали резкого изменения рефлекторной возбудимости двигательных центров мышцы крысы. Порог и амплитуда регистрируемых мышечных потенциалов на 1 сут реадaptации не отличались от таковых, обнаруженных после моделируемой гипогравитации и свидетельствовали о сохранении повышенного уровня активности мотонейронных пулов ($p < 0.05$). Временные характеристики регистрируемых мышечных ответов (латентность и длительность) так же значимо не отличались от контрольных данных.

Заключение. Наши данные показали, что применение магнитной стимуляции спинного мозга на 1 сутки реадaptации после условий антиортостатического вывешивания, не может в полной мере активировать процессы нейрональной пластичности, способствовать реактивации существующих и, возможно, образованию новых внутриспинальных локомоторных схем, как это происходит на более поздних сутках реадaptации при применений магнитной стимуляции.

Работа выполнена в рамках программы «Стратегическое академическое лидерство Казанского федерального университета» (ПРИОРИТЕТ-2030).

Список литературы:

1. ГОСТ 33216–2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами. – М.: Стандартинформ. 2019. – 15 с.
2. Directive 2010/63/EU of The European Parliament and of The Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, L 276/52.
3. Kilkenny C. Improving bioscience re-search reporting: the ARRIVE guidelines for reporting animal research/C. Kilkenny, W. J. Browne, I. C. Cuthill, M. Emerson, D. G. Altman//PLoS Biol. – 2010. – V.8, №6. – P.1-6.
4. Morey, E.R. A new rat model simulating some aspects of space flight [Text]/E. R. Morey, E. E. Sabelman, R. T. Turner, D. J. Baylink//Physiologis. 1979. – V.22. – P.523–524.
5. Morey–Holton, E. R. Hindlimb unloading rodent model: technical aspects [Text]/E. R. Morey–Holton, R. K. Globus//J. Appl. Physiol. – 2002. – V.92, №4. – P.1367–1377.